

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів


«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Оксана МОМОТ
«23» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Механічні властивості твердих тіл
для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	104 Фізика та астрономія
освітній рівень	Бакалавр
освітня програма	Фізика
спеціалізований вибіркового блоку	Фізика наносистем
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	п'ятий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: доцент Кудін Володимир Григорович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: Кудін Володимир Григорович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри фізики металів

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів



(Василь КУРИЛЮК)

Протокол № 12 від «22» травня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» червня 2025 року № 11

Голова науково-методичної комісії



(Олег ОЛІХ)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – це одна з вибірових дисциплін підготовки бакалаврів за спеціальністю 104 Фізика та астрономія в області знань, яка вивчає взаємозв'язок між міцністю, пластичністю та типом, кількістю, об'ємним розташуванням дефектів кристалічної ґратки, дозволяє визначити шляхи створення високоміцних структур, встановити причини низької міцності реальних макрокристалів. В ньому вивчаються основні типи пластичної деформації та руйнування кристалічних матеріалів. Також вивчається вплив температури, способу прикладання навантаження, опромінення на міцність і пластичність металів та сплавів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні положення про типи міжатомних зв'язків та теоретичну міцність кристалів; основні відомості про пружньо-напружений стан твердих тіл та деформівний стан твердих тіл, основні типи дефектів в кристалах: точкові дефекти та їх комплекси, дислокації, поверхневі дефекти в кристалічних матеріалах; експериментальні методи спостереження та дослідження дефектів кристалічної структури; основні закономірності дислокаційного механізму пластичної деформації; взаємозв'язок між пластичною деформацією і деформаційним зміцненням монокристалів; вплив опромінення на міцність і пластичність металів і сплавів; основні закономірності руйнування твердих тіл та втомлюваності металів.

2. Вміти логічно і послідовно формулювати основні принципи, що лежать в основі механізмів пластичної деформації та зміцнення кристалічних матеріалів; здійснювати аналіз пружньо-напруженого та деформівного стану твердих тіл; виявляти основні закономірності, які визначають міцнісні та пластичні властивості матеріалів; проводити дослідження деформації кристалічної структури та дослідження механічних властивостей матеріалів; визначати оптимальні умови пластичної деформації та руйнування твердих тіл.

3. Володіти уявленнями про лабораторну техніку вимірювання механічних властивостей матеріалів.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В рамках курсу «Механічні властивості твердих тіл» розглядаються основні типи дефектів в кристалах: точкові дефекти та їх комплекси, дислокації, поверхневі дефекти в кристалічних матеріалах; експериментальні методи спостереження та дослідження дефектів кристалічної структури; основні закономірності дислокаційного механізму пластичної деформації; взаємозв'язок між пластичною деформацією і деформаційним зміцненням монокристалів. Методи викладання: лекції. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи після основних розділів спецкурсу, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – засвоєння інформації про фізичну природу міцності та пластичних властивостей кристалів. Основні фізичні закономірності формування дефектної структури кристалів та їх вплив на фізичні, в першу чергу, механічні властивості матеріалів. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", спеціалізований вибіровий блок «Фізика наносистем»), дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

інтегральної:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

фахових:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК10. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Оволодіння знаннями про типи міжатомних зв'язків та елементи теорії пружності, типи дефектів в кристалах.	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	30
1.2	Оволодіння питаннями про пластичну деформацію та руйнування кристалічних матеріалів.	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни		1.1	1.2
Програмні результати навчання			
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.		+	
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.			+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-9: РН 1.1 – 30 балів / 18 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 10-14: РН 1.2 – 30 балів / 18 балів

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом під час заліку дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів.

7.2. Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2 відповідно.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано /	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		лекції	Самостійна робота
Розділ 1. Типи міжатомних зв'язків та елементи теорії пружності, дефекти в кристалах.			
1	Тема 1. Вступ. Предмет та задачі курсу. Електронна структура елементів та сили міжатомного зв'язку. Іонний зв'язок, ковалентний зв'язок, металічний зв'язок, молекулярний зв'язок	4	4
2	Тема 2. Фізико-механічні властивості, що визначаються силами міжатомної взаємодії. Пружньо-напружений стан твердих тіл. Тензор напружень. Головні напруження та їх властивості. Тензор деформації. Головні деформації	4	4
3	Тема 3. Зв'язок між компонентами напружень і деформації (узагальнений закон Гука). Пружні постійні та пружня енергія.	2	4
4	Тема 4. Точкові дефекти та їх комплекси.	2	4
5	Тема 5. Основні типи дислокацій та методи їх спостереження.	2	6
6	Тема 6. Елементарна теорія дислокацій.	2	4
7	Тема 7. Поверхневі дефекти в кристалічних матеріалах.	2	4
8	Тема 8. Вплив кристалічної структури на властивості дислокацій.	2	4
9	Тема 9. Дислокації в різних кристалографічних структурах.	2	4
	Модульна контрольна робота 1		2
Розділ 2. Пластична деформація та руйнування кристалічних матеріалів.			
10	Тема 10. Макроскопічний опис процесів пластичної деформації.	2	3
11	Тема 11. Дислокаційний механізм пластичної деформації.	2	3
12	Тема 12. Сили опору руху дислокацій.	2	3
13	Тема 13. Пластична деформація та деформаційне зміцнення кристалів.	2	3
14	Тема 14. Вплив опромінення на міцність і пластичність крихких матеріалів.	2	3
	Модульна контрольна робота 2		2
	ВСЬОГО	32	57

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 32 год.

Семінари – **0** год.

Практичні заняття – 0 год.

Лабораторні заняття – 0 год.

Тренінги – **0** год.

Консультації – 1 год.

Самостійна робота – 57 год.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

(Базова)

1. Новіков Н.Н. Структура та структурно-чутливі властивості реальних кристалів.. К.: Вища школа. 1987.
2. В.В. Холявко, І.А. Владимирський, О.О. Жабинська, Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів. Навчальний посібник, Видавництво «Центр учбової літератури», Київ – 2016,
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/38786/1/Navchalnyi_posibnyk_09-12_2016-1.pdf

Додаткова:

- 1 Мешков Ю.Я. Механічна стабільність металів і сплавів. / Ю.А. Мешков, С.О. Котречко, О.В. Шиян; Нац. акад. наук України, Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова. – Київ: Наукова думка, 2014. – 276 с.
- 2 Hertzberg Richard W., Deformation And Fracture Mechanics of Engineering Material, Wiley, 2012, 784 p.
- 3 Oliver H. Wytt David Dew-Hughes, Metals Ceramics amd Polymers, Cambridge University Press, 1975, 625 p.